

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-079977
(43)Date of publication of application : 27.03.2001

(51)Int.Cl.

B32B 9/00
C01B 31/04
C04B 35/52

(21)Application number : 11-260163

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 14.09.1999

(72)Inventor : KAWASHIMA TSUTOMU
NISHIKI NAOMI
OKADA WATARU

(54) COMPOSITE BODY AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a composite body wherein a heat conductivity and a heat responsiveness are improved by being compared with materials used for the purpose of rapid heat conduction, and a light-weight is obtained.

SOLUTION: A composite body of an excellent heat conductivity is provided wherein at least one sheet-like graphite material having a heat conduction anisotropy of a 0.01 mm-0.3 mm thickness, a 500 W/m.K-1000 W/m.K facial direction heat conductivity, and a 0.5 g/cm³-1.5 g/cm³ density, and at least another material combined therewith are provided.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 04.03.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 30.05.2006

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-79977

(P2001-79977A)

(43)公開日 平成13年3月27日 (2001.3.27)

(51) Int.Cl.⁷

B 32 B 9/00

C 01 B 31/04

C 04 B 35/52

識別記号

101

F I

B 32 B 9/00

C 01 B 31/04

C 04 B 35/52

テ-マコ-ト⁷ (参考)

A 4 F 1 0 0

1 0 1 Z 4 G 0 3 2

A 4 G 0 4 6

審査請求 未請求 請求項の数14 O.L. (全 6 頁)

(21)出願番号

特願平11-260163

(22)出願日

平成11年9月14日 (1999.9.14)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 川島 勉

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 西木 直巳

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74)代理人 100062144

弁理士 青山 葵 (外2名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 複合体及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】 迅速な熱伝導を目的として使用している材料と比較して、熱伝導性、熱応答性が改善され、しかも軽量である複合体を提供する

【解決手段】 厚さが0.01mm～0.3mmであり、面方向の熱伝導率が500W/m·K～1000W/m·Kであり、密度が0.5g/cm³～1.5g/cm³である熱伝導異方性を有する少なくとも1つのシート状グラファイト材料およびそれと複合化された少なくとも1つの他の材料を有して成る熱伝導性に優れた複合体。

り、面方向の熱伝導率が $500\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ ～ $1000\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ であり、密度が $0.5\text{g}/\text{cm}^3$ ～ $1.5\text{g}/\text{cm}^3$ であるグラファイト材料。

【請求項13】 請求項1～6のいずれかに記載の複合体を用いて製造される熱拡散用部材。

【請求項14】 成型ピンである請求項13に記載の熱拡散用部材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、軽量かつ高熱伝導性を有する複合体（または複合材料）およびそのような複合体の製造方法に関する。そのような複合体は、例えば、金型の成型ピン、航空宇宙用の構造材、各種冷却部材等に使用できる。

【0002】

【従来の技術】高熱伝導性を有する材料として、例えばダイヤモンド、グラファイト等の炭素系材料、銀、銅等の金属材料を挙げることができる。このような高熱伝導性の材料の中で、最も大きい熱伝導性を有するものはダイヤモンドである。ダイヤモンドの熱伝導率は約 $2400\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ と非常に大きいが、大きな結晶を得ることができず、また、高価であるため、各種構造材、熱伝導材料等として使用されていない。

【0003】グラファイトに関しても、単結晶では熱伝導率が $1000\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以上と大きいが、ダイヤモンドと同様に大きな結晶が得られない。そのため、グラファイトまたはカーボン粉末をバインダーで固めたもの（膨張黒鉛シートとも呼ばれる）が用いられている。しかし、カーボン粉末をバインダーで固めたものは、熱伝導率が最大でも $200\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ とグラファイトの単結晶と比べて相当小さい。カーボン粉末をバインダーで固めたものは、 90° 折曲試験においても 100 回以下で破断し、柔軟性に欠けるという問題がある。

【0004】また、熱伝導性という性質に着目されていないが、強度という観点から炭素繊維を樹脂、金属、炭素等のマトリックスと複合化させた炭素繊維強化複合体が用いられている。このような炭素繊維強化複合体の熱伝導率は、約 $150\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以下である。

【0005】銀、銅等の金属に関しては、比重が例えば銀で 10.50 、銅で 8.96 と大きいため、航空宇宙用構造材等のように軽量化が必要な用途には適さない。更に、金属は、比熱が大きいため、金型の成型ピンなど加熱・冷却を繰り返す部分では、加熱・冷却に要する時間が長くなり、その結果、成型タクトが長くなるという問題もある。

【0006】詳細には、例えば樹脂成形に用いる金型について考えると、金型本体は、その内部に熱媒体を流すことができる構造に形成でき、加熱媒体または冷却媒体を流すことにより迅速に加熱・冷却を実施できる。しかしながら、金型に形成されるボス部（例えば直径が 8m

【特許請求の範囲】

【請求項1】 厚さが 0.01mm ～ 0.3mm であり、面方向の熱伝導率が $500\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ ～ $1000\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ であり、密度が $0.5\text{g}/\text{cm}^3$ ～ $1.5\text{g}/\text{cm}^3$ である熱伝導異方性を有する少なくとも1つのシート状グラファイト材料およびそれと複合化された少なくとも1つの他の材料を有して成る複合体。

【請求項2】 グラファイト材料であるシートの厚さは 0.05mm ～ 0.15mm であり、面方向の熱伝導率は $500\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ ～ $800\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ であり、密度は $0.8\text{g}/\text{cm}^3$ ～ $1.1\text{g}/\text{cm}^3$ である請求項1に記載の複合体。

【請求項3】 円柱状の他の材料の周囲にシート状グラファイト材料が少なくとも1周巻きつけられている請求項1または2に記載の複合体。

【請求項4】 円筒状の他の材料の周囲にシート状グラファイト材料が少なくとも1周巻きつけられている請求項1または2に記載の複合体。

【請求項5】 シート状グラファイト材料の周囲に他の材料が更に配置されている請求項3または4に記載の複合体。

【請求項6】 他の材料は、金属材料、プラスチック材料または無機材料である請求項1～5のいずれかに記載の複合体。

【請求項7】 複合体の製造方法であって、厚さが 0.01mm ～ 0.3mm であり、面方向の熱伝導率が $500\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ ～ $1000\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ であり、密度が $0.5\text{g}/\text{cm}^3$ ～ $1.5\text{g}/\text{cm}^3$ である熱伝導異方性を有する少なくとも1つのシート状グラファイト材料を少なくとも1つの他の材料と複合化することを特徴とする製造方法。

【請求項8】 複合化は、シート状グラファイト材料に金属材料をメッキすることにより実施する請求項7に記載の複合体の製造方法。

【請求項9】 複合化は、シート状グラファイト材料にプラスチック材料を塗工することにより実施する請求項7に記載の複合体の製造方法。

【請求項10】 複合化は、シート状グラファイト材料にプラスチック材料を塗工し、その後、プラスチック材料を熱処理して炭化することにより実施する請求項7に記載の複合体の製造方法。

【請求項11】 コアとして存在する他の材料の周囲にシート状グラファイト材料を少なくとも1周巻回することにより複合化する工程、および巻回したシート状グラファイト材料の周囲のコアと同じまたは異なる他の材料を複合化する工程を含む請求項7に記載の複合体の製造方法。

【請求項12】 他の材料と複合化して熱伝導性に優れた複合体を製造する場合に使用するシート状グラファイト材料であって、厚さが 0.01mm ～ 0.3mm であ

m以下のもの)などは、そのように熱媒体を流す構造にすることができず、そのため、銅等の熱伝導性の大きい材料のピンを成型ピンとして使用してボス部を冷却している。しかしながら、金型本体と比べると、加熱・冷却に時間を要することとなり、結果的に成形サイクルが長くなってしまう。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、現在、迅速な熱伝導を目的として使用している材料と比較して、熱伝導性、熱応答性が改善され、しかも軽量である複合体を提供することを課題とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記の課題に鑑み、種々の検討を重ねた結果、厚さが0.01mm～0.3mmであり、面方向の熱伝導率が500W/m·K～1000W/m·Kであり、密度が0.5g/cm³～1.5g/cm³である熱伝導異方性を有するシート状グラファイト材料を、それ以外の他の材料、即ち、異種材料と複合化することにより得られる複合体が、軽量であり、熱伝導性および熱応答性に優れた複合体であることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0009】従って、本発明は、第1の要旨において、厚さが0.01mm～0.3mmであり、面方向の熱伝導率が500W/m·K～1000W/m·Kであり、密度が0.5g/cm³～1.5g/cm³である熱伝導異方性を有する少なくとも1つのシート状グラファイト材料およびそれと複合化された少なくとも1つの他の材料を有して成る熱伝導性に優れた複合体を提供する。

【0010】本発明において、熱伝導性に優れたとは、当該他の材料（または異種材料）が固有的に有する熱伝導率より本発明の複合体の熱伝導率が大きい、即ち、より多くの熱が伝導される（従って、熱がより早く伝達される）、あるいは、同等の熱伝導率であっても当該他の材料の密度より本発明の複合体の密度が軽量であることを意味する。このような複合体は、ある熱源から熱を他の場所により迅速に伝導する（例えば熱を移動させる、熱を拡散させる、あるいは熱を消散させる）ために使用できる。

【0011】従って、1つの態様において、本発明は、異種材料中に熱伝導異方性を有するシート状グラファイト材料が複合化されていることを特徴とする熱伝導用複合体を提供する。即ち、熱源からの熱を他の場所に迅速に移すことにより熱源の温度上昇を抑制する、あるいは熱源の温度を下げる複合体を提供する。

【0012】本発明は、第2の要旨において、熱伝導性に優れた複合体の製造方法であって、厚さが0.01m～0.3mmであり、面方向の熱伝導率が500W/m·K～1000W/m·Kであり、密度が0.5g/cm³～1.5g/cm³である熱伝導異方性を有する少なくとも1つのシート状グラファイト材料を少なくとも

1つの他の材料と複合化することを特徴とする製造方法を提供する。

【0013】尚、本明細書において、「複合化」とは、2種以上の異なる材料（シート状グラファイト材料および他の材料）を組み合わせてこれらの材料が一体となって1つの機能（例えば、熱伝導）を果たすようにした実質的に単一の部材または材料として扱えるようにすることを意味する。

【0014】

10 【発明の実施の形態】本発明において、上述のように特定の性質を有するシート状グラファイト材料は、グラファイトと実質的に同等の性質を有するとみなし得る材料であって、厚さ方向と比較して面方向の熱伝導率が大きい熱異方性を有する。面方向の熱伝導率が厚さ方向の熱伝導率の50～500倍であるのが好ましく、100～300倍であるのがより好ましい。従って、本発明の複合体において、熱の伝導方向は、主としてシート状グラファイト材料の面に沿った方向である。尚、「シート状」なる用語は、面方向のディメンションに対して厚さ方向のディメンションが相対的に小さいことを意味する。

20 【0015】そのようなグラファイト材料は、例えば特開平3-75211号公報に記載された方法によって製造することができる。例えば、ポリイミド、ポリオキサジアゾールなどの高分子フィルムを2400℃以上の温度（例えば2700℃）で熱処理して得ることができる。このシート状グラファイト材料は、面方向の熱伝導率が500～1000W/m·Kと大きく、この方法で製造されるグラファイト材料は、ラマン分光でグラファイト構造しか存在しないことがわかった。また、不純物分が1%以下であり、それ故、グラファイトと実質的に同等の性質を有する。この方法で製造されるシート状グラファイト材料は、90°折曲試験または耐揉疲労試験（JIS P 8115 M I T形自動折曲試験機（但し、折り曲げ角度は90°）を使用）においても1000回以上折り曲げても破断しない柔軟性を有する。

30 【0016】シート状グラファイト材料の厚さは、より好ましくは、0.05mm～0.15mmである。また、面方向の熱伝導率は、より好ましくは500W/m·K～800W/m·Kである。更に、密度は、より好ましくは、0.8g/cm³～1.1g/cm³である。

【0017】勿論、入手可能であり、上述の特定の性質を有するのであれば、シート状グラファイト材料は、他の方法で製造されたもの、天然産のものであってよい。

40 【0018】本発明の複合体において、シート状グラファイト材料は複数枚数存在してもよく、その場合が好ましい場合が多い。例えば、シート状グラファイト材料はコアとして存在する他の材料の周囲に少なくとも1周巻回された状態であってよく、更に、巻回されたシート状

グラファイト材料の周囲に他の材料（コアと同じ材料であっても、別の種類の材料であってよい）が存在してよい。

【0019】このように複数枚数のシート状グラファイト材料が存在する場合、シート状グラファイト材料が相互に隣接（または接触）して存在しても、シート状グラファイト材料同士の間に空間が存在しても、またはシート状グラファイト材料同士が他の材料を介して隣接しても、あるいはこのような種々の状態がいずれかの組み合わせで混在してもよい。

【0020】本発明の複合体において上述のようなシート状グラファイト材料が複合化される他の材料または異種材料は、特に限定されるものではないが、例えば、金属材料（例えば銅、ニッケル、アルミニウム、金）、プラスチック材料（例えばフェノール樹脂、エポキシ樹脂、フラン樹脂、ポリイミド樹脂）または無機材料（例えば炭素（グラファイト化炭素、ガラス化炭素、熱分解炭素、先のプラスチック材料を炭素化したものを含む）、ケイ素、ホウ素）であってよく、また、これらが予め複合化されたものであってよい。

【0021】これらの他の材料の形態は特に限定されるものではなく、複合化方法に応じて、例えばシート状、膜状、薄膜状であってよい。勿論、他の材料が通常入手される形態（例えば円柱状、円筒状等）であってよい。

【0022】本発明の複合体の形態は、グラファイト材料がシート状で存在しさえすれば、特に限定されるものではなく、複合体の使用目的および／または複合化方法に応じて、例えばシート状、円筒状、円柱状、板状等の形態であってよい。本発明の複合体の1つの好ましい様様では、シート状グラファイト材料は、他の材料の内部に存在する。具体的には、シート状グラファイト材料は、例えば、他の材料中に埋設されている、他の材料により包囲されている、あるいは他の材料により被覆されている。勿論、シート状グラファイト材料が露出してもよいが、シート状グラファイト材料は機械的強度、特に磨耗強度が小さいので他の材料によって露出しないように保護されているのが好ましい。

【0023】例えば、異種材料をコアまたは軸として、その回りにシート状グラファイト材料を円筒状にして配置した円柱形状の複合体としてよく、別法では、軸を中心にして（即ち、環状にして）円筒形状の複合体としてよい。後者の場合は、軽量化が可能となる。更に、円筒状のシート状グラファイト材料の周囲に他の材料（内側の他の材料と同じ材料であっても、更に別の材料であってよい）を配置してよい。例えばそのような他の材料を被覆してよい、あるいはそのような他の材料のシートを巻き付けてよい。

【0024】本発明の複合体を製造するための複合化方法は、上述のシート状グラファイト材料と複合化できる

のであれば、特に限定されるものではない。具体的な複合化方法は、シート状グラファイト材料および他の材料である、異なる材料の上述の「複合化」を達成できるのであれば、いずれの方法であってよい。

【0025】例えば以下の方法を複合化方法として使用できる：

(1) 付着（異なる材料同士が物理的および／または化学的な何らかの力により結合する、例えば他の材料としてのプラスチック材料またはその前駆体（硬化前のプラスチック材料）（必要に応じて、溶融または溶媒に溶解もしくは分散させたものであってよい）を塗工（または塗布）する）；

(2) 接着（異なる材料間に接着剤を介在させる）、
(3) 機械的締結（機械的手段（例えば、ステープル、ネジ）により異なる材料を一体に保持する）；

(4) 圧着（異なる材料を一体に押し付けて、必要に応じて熱を加えながら、結合させる）；

(5) メッキ（グラファイト材料に金属材料をメッキする）；

20 【0026】(6) 蒸着（CVD、PVD、グラファイト材料に他の材料の分子を化学的または物理的に付着させる）；

(7) 溶着（グラファイト材料に溶融した他の材料を適用する、あるいはグラファイト材料上で他の材料を溶融させる）；

(8) 変性（グラファイト材料と他の材料を接觸させた状態で、例えば上述の(1)～(7)の方法でグラファイト材料に他の材料を複合化させた後、他の材料を化学的および／または熱変性して別の材料に転換することにより、別の材料と複合化する）。

【0027】例えば、シート状グラファイト材料に金属材料をメッキすることにより金属材料と複合化を実施する方法、シート状グラファイト材料にプラスチック材料を塗工することによりプラスチック材料と複合化を実施する方法、またシート状グラファイト材料にプラスチック材料を塗工し、その後、プラスチック材料を熱処理して炭化することにより炭素と複合化を実施する方法が好ましい。

【0028】本発明の複合体において、使用するシート状グラファイト材料の厚さは、0.01mmより薄くなると強度的に弱くなり、一般的には、本発明の複合体を製造することが困難となる。逆に、厚さが0.3mmより厚くなると柔軟性が減少して、自由な形状で他の材料と複合化することができない場合がある。また、面方向の熱伝導率が500W/m·Kより小さい場合には、他の材料が銅などの熱伝導性の良い金属と複合化する場合、銅とシート状グラファイト材料を複合化しても熱伝導性がそれほど向上しない（勿論、軽量になるという利点はある）。一方、熱伝導率が1000W/m·Kより大きいシート状グラファイト材料は現在入手できない。

【0029】更に、シート状グラファイト材料の密度が 0.5 g/cm^3 より小さい場合、シート状グラファイト材料は空隙が多く、強度的に非常に脆いものとなり、複合化に適さない。逆に、シート状グラファイト材料の密度が 1.5 g/cm^3 より大きい場合、柔軟性が無くなり、この場合も複合化に適さないし、複合化して得られた複合体は機械的な力によってシート状グラファイト材料が破断して所期の熱伝導を達成できない場合がある。

【0030】更に、第3の要旨において、本発明は、上述の複合体を用いて製造される熱拡散用部材、例えば成型ピン、放熱フィンを提供する。このピンは、その長手方向はシート状グラファイト材料の面方向に対応する。更に、別の態様では、本発明は、上述の複合体により形成される構造材、例えば核融合炉の隔壁、人工衛星用構造材を提供する。

【0031】

【実施例】(実施例1) 金属材料の熱伝導性、熱応答性を向上させ、更に軽量化を図るために、金属材料中にシート状グラファイト材料を複合化した複合体を作製する。金属材料として、高い熱伝導性をもつ銅を用いて、複合体を作製し、銅単体と密度、熱伝導率を比較する。

【0032】特開平3-75211号公報に記載された方法に基づいて、厚さ $75\mu\text{m}$ のポリイミドフィルムを 2700°C でグラファイト化することにより、厚さ $10\mu\text{m}$ 、密度 1.0 g/cm^3 、面方向の熱伝導率が $800\text{ W/m}\cdot\text{K}$ のシート状グラファイト材料を作製した。

【0033】このシート状グラファイト材料を $\phi 2.0\text{ mm}$ 、長さ 50 mm のコアとしての銅の周囲に5周巻き付けてカーボン系接着剤により留めてシート状グラファイト材料部分の厚さを 0.5 mm とした後、硫酸銅を用いて外周部を 1 mm の厚さで銅をメッキすることにより複合化して、 $\phi 5.0\text{ mm}$ 、長さ 50 mm の高熱伝導性を有する円柱形の複合体を作製した。

【0034】この複合体の全体としての密度を測定したところ、 6.8 g/cm^3 であった。これは、銅の密度 8.9 g/cm^3 と比較して 20% 以上小さい値である。また、この複合体の熱伝導率は $550\text{ W/m}\cdot\text{K}$ であり、銅の熱伝導率約 $400\text{ W/m}\cdot\text{K}$ よりも高い。尚、熱伝導率は、レーザフラッシュ法により測定した。

【0035】次に、この複合体の熱伝導性を評価するために、複合体(A)と同じ形状の円柱状の銅のコア(B)を作製し、一端を熱源(100°C)に接触させ、他端の温度の時間変化を熱電対で測定した(接触させた時が時刻ゼロである)。また、 130 秒 後に、熱源を離した。その結果を図1に示す。この図からわかるように、銅のコアと比べて、実施例1の複合体は熱伝導率が高いので熱伝導性に優れ、また、熱容量が小さいので熱応答性に優れていることがわかる。

【0036】更に、この複合体の2点支持の場合の曲げ強度を測定した。試験条件として、支点間距離を 40 mm 、ヘッド速度を 10 mm/min で行った。その結果、複合体の強度は 74 kgf 、銅のコアの曲げ強度は 86 kgf であった。実施例1の複合体は、強度的には銅単体より若干弱くなるものの、軽量かつ熱伝導性の良さを考慮すると、総括的には熱伝導材料として好ましいことが分かる。

【0037】(実施例2)樹脂材料の熱伝導性、熱応答性を向上させ、更に軽量化を図るために、樹脂材料中にシート状グラファイト材料を複合化した複合体を作製する。最初に、実施例1で作製したシート状グラファイト材料を用い、そのシート状グラファイト材料を $\phi 2.0\text{ mm}$ のコアとしての樹脂系材料(エポキシ樹脂製)の周囲に5周巻き付けてエポキシ樹脂により留めてシート状グラファイト材料部分の厚さを 0.5 mm とした後、外周部にエポキシ樹脂を塗布した。その後、樹脂を加熱、硬化させて $\phi 5.0\text{ mm}$ の円柱状の複合体を作製した。

【0038】得られた複合体の密度を測定した結果、 1.6 g/cm^3 であった。これは、エポキシ樹脂の密度と同等である。しかし、熱伝導率を測定すると、 $20\text{ W/m}\cdot\text{K}$ であり、エポキシ樹脂の熱伝導率が注型用アルミ粉充填タイプ $0.5\sim 1\text{ W/m}\cdot\text{K}$ であることから、この複合体は高い熱伝導率を持っていることがわかる。従って、この複合体は、樹脂材料と同等の重量であって、樹脂材料よりも高い熱伝導性が求められている用途には、適している。

【0039】この態様では、他の材料がエポキシ樹脂であり、これとシート状グラファイト材料との複合化方法は、接着剤としても機能するエポキシ樹脂による接着、あるいはエポキシ樹脂の単なる付着であると言える。

【0040】(実施例3)炭素材料の熱伝導性、熱応答性を向上させるため、炭素材料中にシート状グラファイト材料を複合した複合体を作製する。

【0041】実施例1で作製したシート状グラファイト材料を $\phi 2.0\text{ mm}$ のコアとしての炭素系材料(カーボン粉末およびバインダーから成る)の周囲に5周巻き付けてカーボン系接着剤により留めてシート状グラファイト材料部分の厚さを 0.5 mm とした後、外周部にフェノール樹脂を塗布した。この際、樹脂の粘度を下げるために、メタノール、キシレン等の溶剤と混合しても良い。その後、不活性雰囲気中で、 1000°C 以上の温度で焼成して樹脂を炭化させた。この後、樹脂の塗布および炭化を繰り返して(合わせてそれぞれ3回)、最終的に直径 5.5 mm の複合体を得た。尚、樹脂は焼成により熱分解され、空隙を生じるため、樹脂の塗布および焼成を繰り返す必要があった。

【0042】得られた複合体の密度は、 1.4 g/cm^3 であった。これは、炭素繊維/炭素複合体等の炭素系複合体と比較して同等である。しかし、熱伝導率は、 2

$50\text{ W/m}\cdot\text{K}$ であり、従来の炭素繊維／炭素複合体の熱伝導率 $100\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 、特開平8-81261に記載されている高熱伝導炭素繊維／炭化硼素複合体の熱伝導率 $150\text{ W/m}\cdot\text{K}$ と比較して、高い熱伝導率であることがわかる。従って、本実施例で得られた複合体は、耐熱性が必要であり、かつ、高い熱伝導性が求められている用途、例えば核融合炉炉壁などには適している。

【0043】この態様では、他の材料が炭化したフェノール樹脂、即ち、炭素であり、この場合の複合化方法は、変性であると言える。

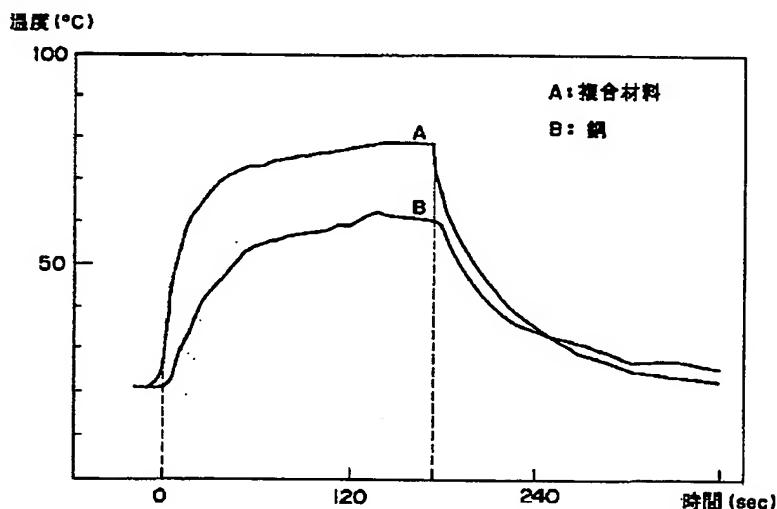
* 【0044】

【発明の効果】従来使用してきた金属、樹脂、炭素材料にシート状グラファイト材料を複合することにより、熱伝導性、熱応答性に優れた複合体を得ることができる。そのため、例えば金型の成型ピンに使用した場合、加熱、冷却を繰り返すため、成型ピンの熱応答性が高く、成形タクトを早くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1の複合体の伝熱性能を銅と比較した
*10 グラフである。

【図1】



フロントページの続き

(72) 発明者 岡田 弘
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

F ターム (参考) 4F100 AA00B AA37A AB01B AK01B
AT00B BA02 BA10A BA10B
CC00B DD31 EH71B GB90
JA13A JA20A JJ01A YY00A
4G032 AA04 AA12 AA41 BA00
4G046 EA05 EB06 EC01 EC05